

# Transkranielle Gleichstromstimulation moduliert das episodische Gedächtnis abhängig von der Verarbeitungstiefe

Carole C. Wagnon<sup>1</sup>, Elisabeth Neumann-Dunayevska<sup>2</sup>, Stefan Klöppel<sup>1</sup>, Jessica Peter<sup>1</sup>

1 Universitätsklinik für Alterspsychiatrie und Psychotherapie, Universität Bern, Schweiz  
2 Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Medizinische Fakultät, Universität Freiburg, Deutschland

Das episodische Gedächtnis umfasst Inhalte, die wir in einem bestimmten Kontext enkodiert und abgespeichert haben und später wieder abrufen können.<sup>1</sup> In Studien wird das episodische Gedächtnis überwiegend mit einer intentionalen Lernaufgabe untersucht, in welcher die Teilnehmer gezielt lernen.<sup>2,3</sup> Nur wenige Studien verwenden beiläufiges Lernen, bei welchem man sich der Lernsituation nicht bewusst ist.<sup>2,3</sup> Stattdessen kategorisieren Studienteilnehmer Inhalte entweder bezogen auf ihre Erscheinung (oberflächliche Verarbeitung) oder bezogen auf ihre Bedeutung (tiefe Verarbeitung), wobei letztere die spätere Erinnerung erleichtert.<sup>4</sup> Der dorsolaterale Präfrontalkortex (dlPFC) ist sowohl für die Enkodierung als auch für den späteren Abruf wichtig (Abbildung 1).<sup>5</sup> Wir haben untersucht, inwieweit die Stimulation des linken bzw. des rechten dlPFC zu einer unterschiedlichen Erinnerungsleistung nach beiläufigem Lernen führt.

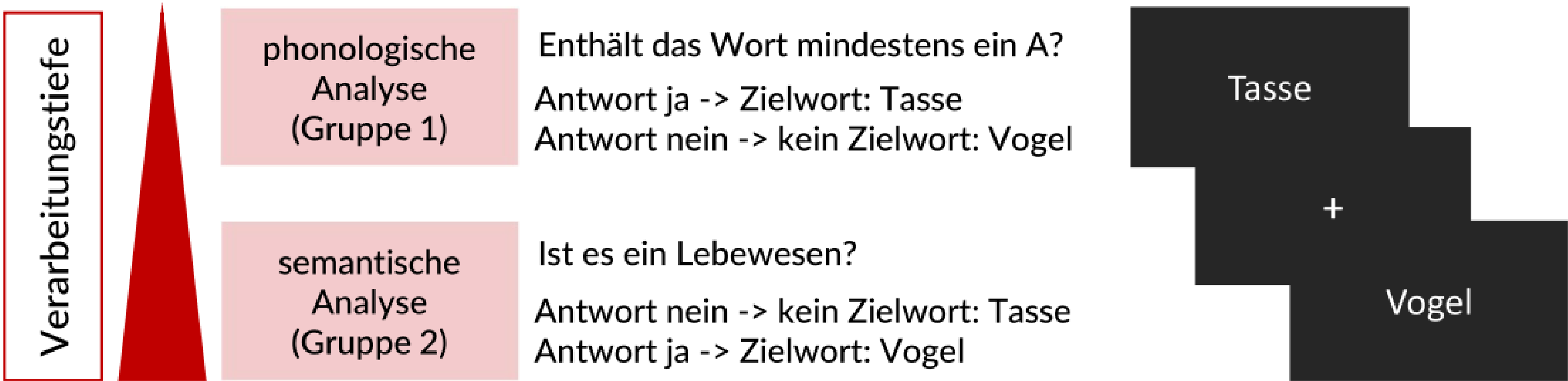


Abbildung 1. Veranschaulichung der kategorialen Entscheidungsaufgabe mit dazugehörigen Zielworten.

Die Studie wurde doppelblind, placebokontrolliert und mit einer zufälligen Zuordnung der Teilnehmer in eine von drei Enkodierungsbedingung durchgeführt. Die Probanden erhielten entweder Scheinstimulation oder anodale tDCS (1mA) für 20 Minuten während der Bearbeitung der Entscheidungsaufgabe (linksseitige Stimulation, n = 85; rechtsseitige Stimulation, n=95). Abbildung 2 zeigt den simulierten Stromfluss je nach Stimulationsort. Die Erinnerungsleistung wurde mit einem unangekündigten freien Abruf erfasst. Dabei konzentrierten wir uns sowohl auf die gesamte Erinnerungsleistung (d.h. die Gesamtzahl genannter Worte) als auch auf die Anzahl Zielworte.

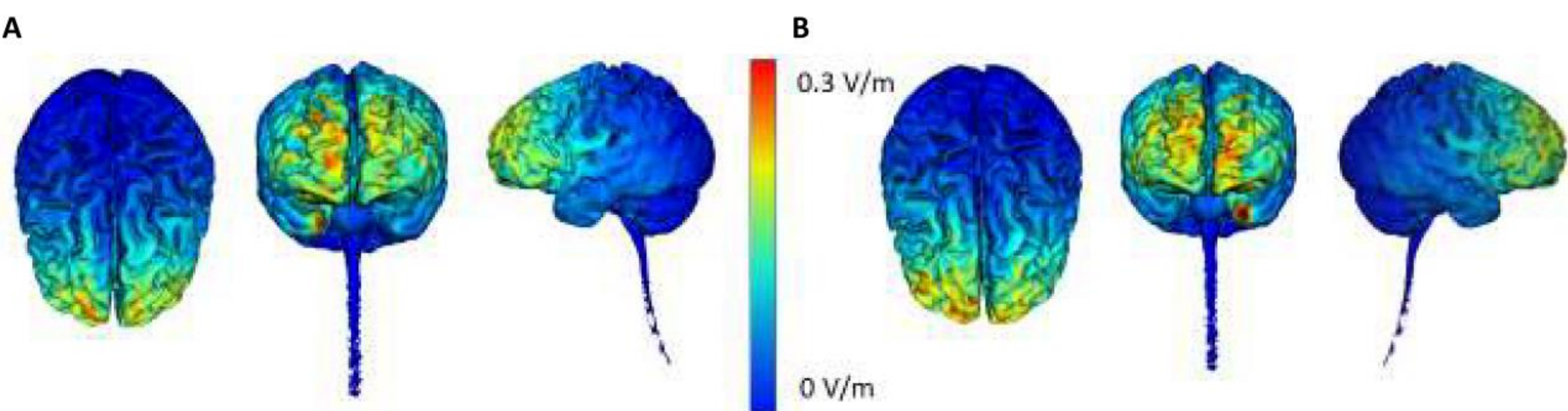


Abbildung 2. Simulation des Stromflusses bei anodaler transkranieller Gleichstromstimulation des linken (A) oder rechten dlPFC (B) mit 1mA. Die Kathode wurde jeweils kontralateral supraorbital platziert.

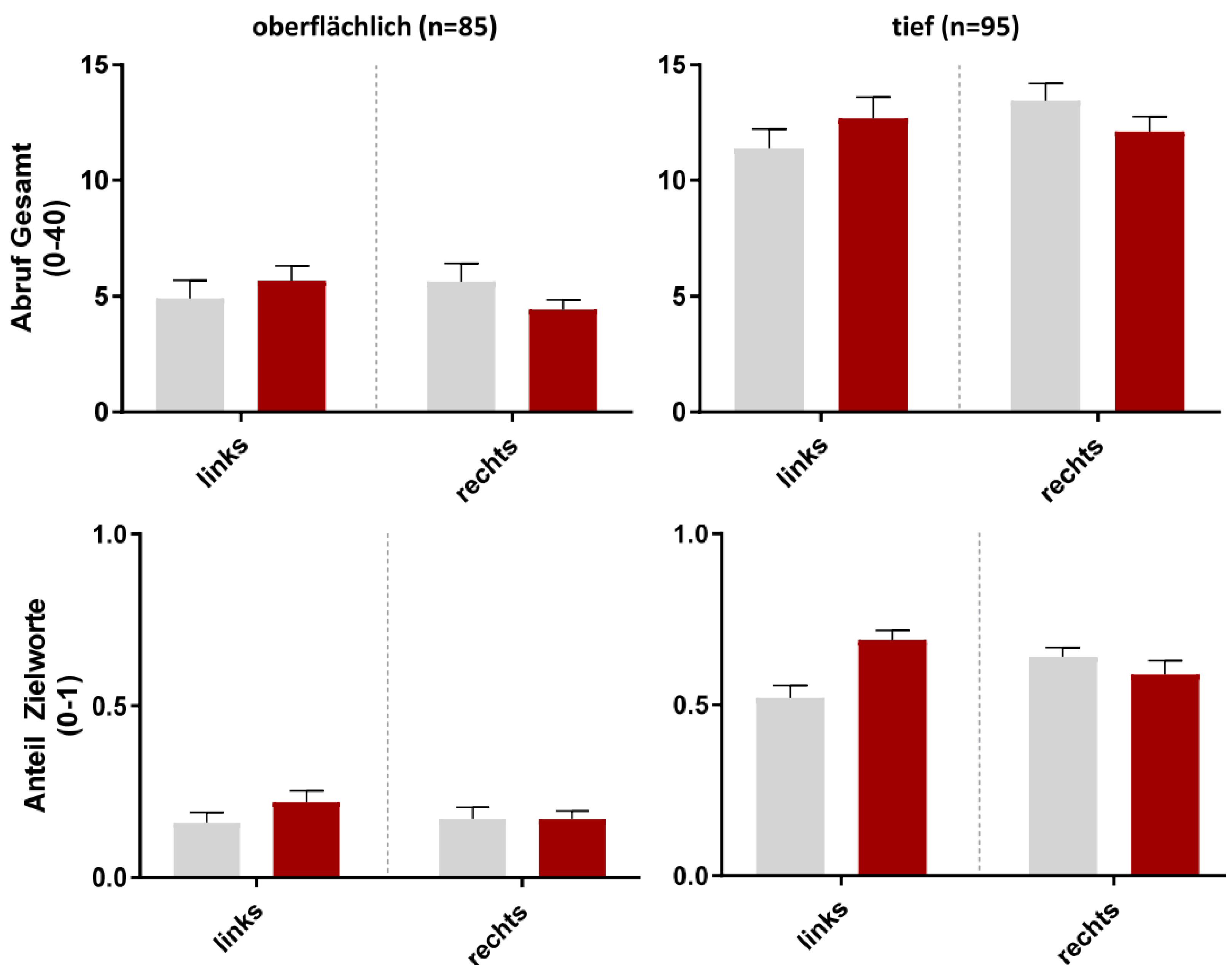


Abbildung 3. Gesamte Erinnerungsleistung (oben) sowie der Anteil Zielworte (unten).

## Hypothesen:

1. Eine anodale Stimulation des **linken** dlPFC führt zu einer verbesserten Erinnerungsleistung; eine Stimulation des **rechten** dlPFC jedoch nicht.
2. Die anodale Stimulation des **linken** dlPFC führt außerdem zu einem erhöhten Anteil an Zielworten innerhalb der Erinnerungsleistung, eine Stimulation des **rechten** dlPFC dagegen nicht.

## Studienaufbau:

Wir haben n=180 junge, gesunde Probanden in unsere Studie eingeschlossen. Die Probanden erhielten **20 Minuten anodale tDCS (1mA)** bzw. Scheinstimulation und führten währenddessen zunächst eine kurze Aufmerksamkeitsaufgabe (5 Min) und anschliessend die kategorische Entscheidungsaufgabe durch (15 Min). Die Teilnehmer kategorisierten dabei in 2 Durchgängen 40 Worte, davon waren pro Durchgang jeweils 8 Zielworte enthalten. Nach erneuter Darbietung der Aufmerksamkeitsaufgabe (5 Min) folgte ein **überraschender Spätabruf** um die Gedächtnisleistung der Probanden zu erfassen.

Für die gesamte Erinnerungsleistung (Abbildung 3 oben) fanden wir keinen signifikanten Effekt der Stimulationsart (sham/real) [ $F_{(1,172)} = 0.49$ ,  $p = 0.826$ ,  $\eta^2 = 0.00$ ] aber eine signifikante Interaktion zwischen Stimulationsart und Stimulationsort (links/rechts) [ $F_{(1,172)} = 4.94$ ,  $p = 0.027$ ,  $\eta^2 = 0.03$ ]. Posthoc Tests zeigten, dass letzteres **nur für die tiefe Verarbeitung gilt**, jedoch nicht für die oberflächliche Verarbeitung.

Für den Anteil Zielworte an der Erinnerungsleistung (Abbildung 3 unten) fanden wir sowohl einen signifikanten Effekt der Stimulationsart (sham/real) [ $F_{(1,169)} = 4.01$ ,  $p = 0.047$ ,  $\eta^2 = 0.00$ ] als auch eine signifikante Interaktion zwischen Stimulationsart und Stimulationsort (links/rechts) [ $F_{(1,169)} = 9.69$ ,  $p = 0.002$ ,  $\eta^2 = 0.05$ ]. Posthoc Tests zeigten, dass letzteres **nur für die tiefe Verarbeitung gilt**, jedoch nicht für die oberflächliche Verarbeitung.

## Zusammenfassung:

Wir vermuten, dass **anodale tDCS** dazu führt, dass Gedächtnisspuren beim beiläufigen Lernen verstärkt werden. Diese Verstärkung führt zu einer **Verbesserung des späteren Abrufs, allerdings nur dann, wenn Inhalte zuvor auf einer tiefen Ebene** (d.h. aufgrund ihrer Bedeutung) **verarbeitet wurden**.

## Kontakt:

Carole Wagnon  
Universitätsklinik für Alterspsychiatrie-  
und Psychotherapie  
E-Mail: carole.wagnon@upd.unibe.ch

## Referenzen:

- 1 Tulving, E. (2016): What Is Episodic Memory? *Curr Dir Psychol Sci* 2(3), 67–70.
- 2 Rabin, L. A., Barr, W. B., & Burton, L. A. (2005): Assessment practices of clinical neuropsychologists in the United States and Canada. *Arch Clin Neuropsychol*. 20(1), 33–65.
- 3 McLaughlin, B. (1965): "Intentional" and "incidental" learning in human subjects. The role of instructions to learn and motivation. *Psychological Bull.* 63(5), 359–376.
- 4 Craik, F. I., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *J Verbal Learning Verbal Behav*, 11(6), 671-684.
- 5 Nyberg, L. et al. (1996). PET studies of encoding and retrieval: the HERA model. *Psychonomic Bull. Rev.* 3, 135-148.